

TUGAS AKHIR

PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA BATOK KELAPA DAN BATUBARA TERHADAP PERFORMA CO-GASIFIKASI REAKTOR *BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER*



Disusun:

DENI DWI ROHMAD

NIM : D200 130 129

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FEBRUARI 2018

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**Pengaruh Komposisi Biomassa Batok Kelapa Dan Batubara
Terhadap Performa Co-Gasifikasi Reaktor *Bubbling Fluidized Bed*
*Gasifier***

yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 20 Januari 2018
Yang Menyatakan,



Deni Dwi Rohmad

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul: "Pengaruh Komposisi Biomassa Batok Kelapa dan Batubara Terhadap Performa Co-Gasifikasi Reaktor *Bubbling Fluidized Bed Gasifier*", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Deni Dwi Rohmad

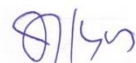
NIM : D200 130 129

Disetujui Pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 3 Maret 2018.

Pembimbing Tugas Akhir



Nur Aklis, ST., M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul: "Pengaruh Komposisi Biomassa Batok Kelapa dan Batubara Terhadap Performa Co-Gasifikasi Reaktor *Bubbling Fluidized Bed Gasifier*", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh:

Nama : **DENI DWI ROHMAD**

NIM : **D200 130 129**

Disahkan Pada :

Hari : *Sabtu*

Tanggal : *3 Maret 2018.*

Tim Penguji :

Ketua : **Nur Aklis, ST., M.Eng**

Anggota 1 : **Ir. Tri Tjahjono, MT**

Anggota 2 : **Ir. Subroto, MT**

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D

Ketua Jurusan,

Ir. Subroto, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Bedasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 8 September 2016

Dengan ini :

Nama : Nur Aklis S.T.,M.Eng

Pangkat/jabatan : Asisten Ahli

Kedudukan : Pembimbing

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Deni Dwi Rohmad

Nomor Induk : D 200 130 129

NIMR : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

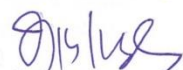
Judul/Topik : **"Pengaruh Variasi Komposisi Biomassa Batok Kelapa dan Batubara Terhadap Performa Co-Gasifikasi Bubbling Fluidized Bed Gasifier"**

Rincian Soal/Tugas : Menguji Performa Reaktor *Bubbling Fluidized Bed Gasifier* Terhadap *Co-Gasification* Batok Kelapa dan Batubara Dengan Variasi Komposisi Bahan Bakar.

Demikian soal tugas akhir dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 24 Februari 2018

Pembimbing


Nur Aklis, S.T.,M.Eng

MOTTO

"Saya bersaksi bahwa tiada Tuhan yang berhak disembah selain Allah,
dan saya bersaksi bahwa Muhammad adalah utusan Allah"

"Yaa Sayyidi Yaa Rasuulalloh"

"Apapun yang dilakukan oleh seseorang itu hendaknya dapat bermanfaat
bagi dirinya, bermanfaat bagi bangsanya, dan bermanfaat bagi manusia di
dunia pada umumnya"

(Ki Hadjar Dewantara)

"Bagiku, guru bisa siapa saja. Minimal untuk diriku sendiri, siapa saja bisa
menjadi guruku; asal ada sesuatu darinya yang bisa akau GUGU (percaya
dan ikuti ucapannya) dan aku tiRU (contoh). Boleh jadi kalian, diam-diam
adalah guru-guruku dalam berbagai gal dan bidang"

(KH Ahmad Mustofa Bisri)

"Kebenaran kita berkemungkinan salah, kesalahan orang lain
berkemungkinan benar. Hanya kebenaran Tuhan yang benar-benar
Benar"

(KH Ahmad Mustofa Bisri)

"Tidak ada sesuatu yang berat bagi mereka yang dimudahkan oleh Allah.
Maka kita jangan lupa memohon kemudahan kepadaNya"

(KH Ahmad Mustofa Bisri)

"Tuhan tidak menuntut kita untuk sukses, Tuhan hanya menyuruh kita
berjuang tanpa henti"

(Emha Ainun Nadjib)

"Ing Ngarsa Sung Tulada, Ing Madya Mangun Karsa, Tut Wuri Handayani"

(Ki Hadjar Dewantara)

"Bila kaum muda yang telah belajar di sekolah dan menganggap dirinya
terlalu tinggi dan pintar untuk melebur dengan masyarakat yang bekerja
dengan cangkul dan hanya memiliki cita-cita yang sederhana, maka lebih
baik pendidikan itu tidak diberikan sama sekali"

(Sutan Ibrahim Gelar Datuk Sutan Malaka)

PERSEMBAHAN

1. Bapak, Ibu... doamu, lelahmu, perjuanganmu tak henti-hentinya engkau berikan. Meskipun dapat kuberikan bulan, bintang, dunia dan seluruh isinya. Semua tak akan pernah cukup untuk membalas kasih sayangmu dan cintamu.
2. Kakak Fitri Sholehah dan Warsito beserta Ajwa Salwa Nabila, terima kasih untuk nasihat-nasihat dan motivasi yang kalian berikan hingga sampai ke tahap ini.
3. Guruku.. terima kasih atas segala nikmat ilmu pengetahuan yang kalian berikan selama ini.
4. Keluarga Kecil Imagon (Radit, Ican, Nurman, Eko, Shodiq, Bima, Tunas, Niko).. Kuhaturkan rasa sayang, bangga dan syukur atas segala nikmat persahabatan dan kekeluargaan yang selama ini kita jalin.
5. Sosial Paradoks dan Lahan Baca & Karya (Dwi, Rindu, Reza, Malik, Aditya, Rudi, Wulan, Angga, Ali, Samuel) rasa bangga, syukur serta sayang kiranya belum saja cukup untuk menggantikan semua pelajaran yang telah kalian berikan. Terima kasih atas segala dukungan kalian.
6. Teman-teman satu tim Tugas Akhir (Ican, Nurman, Niko, Shodiq, David, Irfan, Danang, Ari) terima kasih atas segala kerja sama yang kita dorong bersama-sama.
7. Sahabat Teknik Mesin angkatan 2013, terima kasih atas semua keceriaan, semangat dan persahabatan yang kita jalin selama ini. M Solidarity Forever!
8. Teman-teman Science Four, Semuka, KTK, Team Hore, Bangkit Manunggal, LPP Raden Mas Said, terima kasih atas ilmu dan dukungan kalian.
9. Sahabat-sahabat terbaik yang belum bisa saya sebutkan namanya, terima kasih atas doa, dukungan dan bantuannya selama ini.

**PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA BATOK KELAPA DAN
BATUBARA TERHADAP PERFORMA CO-GASIFIKASI REAKTOR
BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER**

DENI DWI ROHMAD, NUR AKLIS

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

e-mail: dennok666@gmail.com

ABSTRAK

Biomassa adalah salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menjadi energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Bahan bakar biomassa mudah terbakar namun densitas rendah. Batubara memiliki *heating value* tinggi tapi memiliki kelemahan yaitu sulit untuk terbakar pada temperatur yang rendah. Salah satu konversi biomassa dan batubara adalah dengan metode co-gasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa co-gasifikasi dengan menggunakan bahan campuran antara biomassa batok kelapa dan batubara subbituminus dengan parameter variasi komposisi bahan bakar. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *bubbling fluidized bed* dengan spesifikasi diameter reaktor 160mm, tinggi reaktor 1230mm. Variasi bahan bakar yang digunakan adalah (1) 66,7%:33,3% (2) 50%:50% (3) 33,3%:66,7%. Partikel bed yang digunakan adalah pasir silika dengan diameter rata-rata 0,385mm. Hasil penelitian dengan metode pendidihan air menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan bakar berpengaruh terhadap beberapa parameter yang memengaruhi kinerja suatu reaktor gasifikasi seperti: Pada campuran bahan bakar 66,7%:33,3% nyala api efektif dapat berlangsung selama 40 menit dengan efisiensi sebesar 22,918%. Untuk campuran bahan bakar 50%:50% nyala api efektif dapat berlangsung selama 58 menit dengan efisiensi 13,331%. Sedangkan campuran bahan bakar 33,3%:66,7% nyala api efektif dapat berlangsung selama 60 menit dengan efisiensi 9,433%.

Kata Kunci : *Biomassa, Batubara, Co-Gasifikasi, Bubbling Fluidized Bed.*

ABSTRACT

Biomass is a renewable energy source which can be an alternative energy to replacement fossil fuels. Biomass is combustible fuel but low density. Coal has a high Heating Value but has a weakness of difficulty to burn at low temperatures. One of the conversion of biomass and charcoal is the co-gasification method using mixture of biomass coconut shell and subbituminous coal fuels with variation parameters of the composition. The reactor used is a fluidized bed bubbling reactor with a specification reactor diameter 160mm, Height 1230mm. The fuel variations used are (1) 66.7%:33.3% (2) 50%:50% (3) 33.3%:66.7%. The bed particles used are silica sand with an average diameter of 0.385mm. The results of the research by the boiling method of water show that the variation of fuel composition affects several parameters affecting the performance of a gasification reactor such as: In the fuel mixture 66.7%:33.3% effective flame can last for 40 minutes with an efficiency of 22.918%. For a fuel mixture 50%:50% effective flame can last for 58 minutes with an efficiency of 13.331%. While the fuel mixture 33.3%:66.7% of effective flame can last for 60 minutes with an efficiency of 9.433%.

Key Word: Biomass, Charcoal, Co-Gasification, Bubbling Fluidized Bed

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayahNya, semoga senantiasa selalu dalam lindungan-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW, yang menjadi suri tauladan dalam kehidupan ini. Syukur alhamdulillah penyusun Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir berjudul "Pengaruh Komposisi Bahan Bakar Biomassa Batok Kelapa dan Batubara terhadap performa Co-Gasifikasi *Bubbling Fluidized Bed Gasifier*" dapat terrealisasikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Ir. Subroto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak Nur Aklis, ST., M.Eng, selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan saran hingga Tugas Akhir ini dapat Terselesaikan.
4. Bapak Amin Sulistyanto, ST, selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan masukan-masukan dan dorongan yang mendukung.
5. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, sehingga penulis dapat encapai gelar sarjana S-1.

Semoga amal baik semua pihak yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Sadar bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, meskipun telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Segala kritik dan

saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua kalangan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Surakarta, 20 Januari 2018

Yang Menyatakan



Deni Dwi Rohmad
D 200 130 129

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	12
2.2.1 Biomassa.....	12
2.2.1.1 Jenis-jenis Biomassa	13
2.2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Energi Biomassa	14
2.2.1.3 Batok Kelapa.....	15

2.2.2 Batubara	16
2.2.2.1 Sifat Fisik Batubara	17
2.2.2.2 Sifat Kimia Batubara	19
2.2.2.3 Teori Pembentukan Batubara	21
2.2.2.4 Jenis-jenis Batubara	23
2.2.3 Fluidisasi	28
2.2.3.1 Fenomena Fluidisasi	29
2.2.3.1 Jenis-jenis Fluidisasi	31
2.2.4 Gasifikasi	33
2.2.5 Teknologi Co-Gasifikasi	35
2.2.6 Reaktor Gasifikasi	36
2.2.6.1 <i>Fixed/Moving Bed</i>	36
2.2.6.2 <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	37
2.2.6.3 <i>Entrained Flow Gasifier</i>	43
2.2.7 <i>Bed Material</i>	44
2.2.8 Reaksi Pembakaran	47
2.2.9 Perhitungan	49
BAB 3 METODE PENELITIAN	51
3.1 Diagram Alir Penelitian	51
3.1.1 Studi Pustaka dan Literatur	52
3.1.2 Persiapan Alat dan Bahan	52
3.1.3 Pengujian	53
3.1.4 Pengolahan Data dan Pengambilan Kesimpulan	54
3.2 Persiapan Pengujian	55
3.2.1 Bahan Bakar Biomassa	56
3.2.2 Pasir	58
3.2.3 Bahan Bakar Batubara	60

3.2.4 Perlengkapan dan Peralatan	61
3.3 Prosedur Pengujian Pembakaran	69
3.3.1 Rangkaian Alat Pengujian	70
3.3.2 Prosedur Uji Coba Alat	70
BAB 4 ANALISA PERHITUNGAN	72
4.1 Temperatur Rata-rata Reaktor	72
4.2 Temperatur Nyala Api	73
4.3 Waktu Pendidihan Air	75
4.4 Nilai Kalor	76
4.5 Efisiensi	77
BAB 5 PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Fluidisasi.....	28
Gambar 2.2 Fenomena Fluidisasi.....	29
Gambar 2.3 <i>Updraft, Downdraft, Crossdraft Gasifier</i>	37
Gambar 2.4 Skematis <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	40
Gambar 2.5 Proses Pencampuran (<i>mixing</i>) <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	41
Gambar 2.6 <i>Bubbling & Circulating Fluidized Bed Gasifier</i>	43
Gambar 2.7 <i>Entrained Flow Gasifier</i>	44
Gambar 2.8 Klasifikasi Jenis Pasir Menurut Sifat Fluidisasi	46
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	51
Gambar 3.2 Tempurung/Batok Kelapa	56
Gambar 3.3 Batok Kelapa Partikel Kecil.....	58
Gambar 3.4 Pasir Silika Ukuran Mesh 40-50.....	60
Gambar 3.5 Batubara Subbituminus C	61
Gambar 3.6 Burner	64
Gambar 3.7 Reaktor	65
Gambar 3.8 Distributor Nozel	66
Gambar 3.9 Plenum.....	67
Gambar 3.10 Filter	68
Gambar 3.11 Desain Reaktor <i>Bubbling Fluidized Bed Gasifier</i>	69
Gambar 4.1 Profil Temperatur Rata-rata Reaktor.....	72
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Temperatur Nyala Api	73
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pendidihan Air	75
Gambar 4.4 Grafik Nilai Kalor	77
Gambar 4.5 Grafik Efisiensi	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Proximate and Ultimate Analysis</i> Biomassa Batok Kelapa ..	16
Tabel 2.2 Nilai Kalor Biomassa Batok Kelapa.....	16
Tabel 2.3 <i>Proximate and Ultimate Analysis Subbituminus Coal</i>	27
Tabel 2.4 Nilai Kalor Batubara Subbituminus C.....	27
Tabel 3.1 Hasil Perkebunan Kelapa	57
Tabel 3.2 Spesifikasi Blower 2inch	63